

危险品物流是一种特殊商品的物流，
是物流行业中一个特殊的组成部分，相对普通的物流来说，
危险品物流更需要全面、准确、可靠的信息管理和控制。

危险品物流 安全与事故应急管理

王海燕◎编著



WEIXIANPIN WULIU
ANQUAN YU SHIGU YINGJI GUANLI

中国物资出版社

教育部人文社会科学研究项目——危险品物流风险管理及应急机制
研究（项目批准号：07JA630060）研究成果

危险品物流安全与 事故应急管理

王海燕 编著

中国物资出版社

前 言

与一般物流管理侧重于效率和效益不同,危险品物流管理首先要解决的是安全问题,其次才是经济效益问题。采用什么样的管理措施可以保障危险品物流的安全、预防危险品物流事故的发生、降低危险品物流事故造成的损失等是政府相关管理部门和危险品物流从业人员关注的问题。

撰写本书的目的,是希望对危险品物流事故的事前预防到事中的风险控制再到事后的应急管理进行系统的总结和整理,结合作者近年来的研究,突出了以下几个方面的工作:一是把危害分析与关键控制点(Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP)方法和危险性与可操作性(Hazard and Operability, HAZOP)分析方法等预防性管理方法应用到危险品物流的安全管理,对可能发生危害的危险品物流各环节进行事前危害评估以及制定防治措施,通过在危险品物流过程中对偏离预先设定的操作条件(即偏差)产生的原因的寻找、分析可能造成的后果及应采取的对策这一基本原理的应用,给出了危险品物流采购、运输和仓储三个主要环节的关键控制点、可能发生的偏差以及造成的后果,提出了相应的应对措施。二是对危险品物流的风险管理进行了系统研究,提出了危险品物流风险的评估指标体系和综合评估方法,并给出了风险控制对策。三是在现有的通过运输路径优化实现危险品运输风险控制的研究成果基础上,在危险品运输网络设计过程中综合考虑了运输方式、运输时间等因素,改进和完善了现有的研究成果。四是在构建由若干应急服务站构成的危险品运输事故应急反应网络中,综合考虑了不同路段的人口风险分布不均匀、应急救援资源有限以及某些路段事故发生概率较高等因素,改进和完善了现有研究成果。五是將协同理论和资源共享的思想融于应急管理中,提出了具有区域协同能力的、以信息和资源共享为特征的危险品运输事故应急管理机制,实现应急管理中信息流与资源流的双向性与交叉性。

本书写作过程中采用定性分析与定量研究相结合、仿真计算和实证分析相结合,计算和推导严谨规范。在内容上尽量自成体系,学术上力求完整严谨,应用上力求通俗易懂,把复杂问题用简单的语言说清楚,使对这一领域感兴趣的读者

通过对本书的阅读能很快进入这一领域并掌握相关工具。

由于危险品物流管理是理论和实践都很强的研究领域，尚有许多问题有待深入分析和研究，加上作者才疏学浅，书中难免有错误和不当之处，恳请读者批评指正。本书在写作过程中参考或引用了许多学者的资料，作者已尽可能在文中作了标注，并在参考文献中列出，在此，谨对他们表示衷心的感谢。若某些引用的资料由于作者疏忽没有标注其出处，在此深表歉意。

本书得到了教育部人文社会科学研究项目——危险品物流风险管理及应急机制研究（项目批准号：07JA630060）项目资助，研究生何凡、苑久富、王洪光、张秀珍、开妍霞等做了大量具体工作。中国物资出版社的编辑为本书的出版提供了不少帮助，借此机会向他们表示衷心的感谢。

王海燕

2011年8月于东南大学

目 录

1 绪 论	1
1.1 研究危险品物流管理的背景和意义	1
1.2 危险品物流管理的研究现状	3
1.3 本书研究思路和框架	7
2 基于预防性方法的危险品物流安全管理	10
2.1 危害分析关键控制点 (HACCP) 方法	10
2.1.1 危害分析关键控制点 (HACCP) 方法概述	10
2.1.2 危害分析关键控制点 (HACCP) 方法的基本原理	11
2.2 危险与可操作性 (HAZOP) 分析方法	12
2.2.1 危险与可操作性 (HAZOP) 分析方法概述	12
2.2.2 危险与可操作性 (HAZOP) 分析方法的基本程序	12
2.3 基于 HACCP 方法的危险品物流管理	14
2.3.1 基于 HACCP 方法的危险品运输管理	14
2.3.2 基于 HACCP 方法的危险品仓储管理	19
2.3.3 基于 HACCP 方法的危险品采购管理	23
2.3.4 危险品物流管理中采取预防性方法应注意的一些问题	24
2.4 基于 HAZOP 分析方法的危险品物流管理	25
2.4.1 基于 HAZOP 分析方法的危险品物流全过程管理	25
2.4.2 基于 HAZOP 分析方法的危险品储存管理	32
3 危险品物流风险管理	37
3.1 危险品物流风险的识别	38
3.1.1 经济风险	38
3.1.2 管理风险	39

3.1.3	环境风险	40
3.1.4	政治风险	40
3.2	危险品物流风险分析	41
3.2.1	危险品物流风险的内涵	41
3.2.2	危险品物流风险的形成	42
3.2.3	危险品物流风险系统的运行机制	43
3.2.4	危险品物流风险分析与风险控制的逻辑关系	45
3.3	危险品物流风险评估	46
3.3.1	危险品物流风险评估要素及概念模型	46
3.3.2	危险品物流风险评估方法	48
3.3.3	危险品物流风险评估实证分析	53
3.3.4	危险品物流风险评估的进一步思考	59
3.4	危险品物流风险控制	63
3.4.1	危险品物流分类风险的控制	63
3.4.2	危险品物流总体风险的控制	67
4	基于风险控制的危险品运输时间和路径选择	70
4.1	危险品运输风险评价模型	70
4.2	基于风险最小的危险品运输时间和路径选择模型	72
4.2.1	模型构建及求解	73
4.2.2	仿真算例	76
4.3	长三角部分区域危险品运输时间和路径选择实证分析	80
4.4	基于时间和路径选择的危险品运输决策支持系统	84
4.4.1	物流子系统	85
4.4.2	风险管理子系统	86
5	基于风险和成本控制的危险品运输网络设计	87
5.1	危险品运输网络设计概述	87
5.2	单运输方式下基于风险和成本控制的危险品运输网络设计	89
5.2.1	危险品运输网络设计的双层规划特征	90
5.2.2	危险品运输网络设计的双层规划模型	91
5.2.3	仿真算例	92

5.3 时变条件下危险品运输网络设计双层规划模型的改进	96
5.3.1 改进的危险品运输网络设计双层规划模型	97
5.3.2 改进模型中的三个关键参数的分析	98
5.3.3 模型的综合分析和展望	100
5.4 多式联运下基于风险和成本控制的危险品运输网络设计	101
5.4.1 一个简单的多式联运网络优化模型	101
5.4.2 多式联运网络的一般表示方式	105
5.4.3 基于风险和成本控制的多式联运危险品运输网络模型	107
5.4.4 模型的求解算法	110
5.4.5 仿真算例	111
6 危险品运输事故应急反应网络优化设计	117
6.1 基于人口风险的危险品运输事故应急反应网络优化设计	117
6.1.1 问题概述	117
6.1.2 危险品运输事故应急反应网络设计模型	118
6.1.3 仿真算例	122
6.1.4 算法分析	129
6.2 基于区域协同的危险品运输事故应急反应网络优化设计	132
6.2.1 区域协同危险品运输事故应急反应网络概述	132
6.2.2 区域协同危险品运输事故应急反应网络设计模型	133
6.2.3 模型的求解算法	135
6.2.4 长三角部分地区危险品运输事故应急反应网络设计实证分析	139
7 危险品物流事故应急管理	146
7.1 危险品物流事故的预防	146
7.1.1 危险品储存事故的预防管理	146
7.1.2 危险品运输事故的预防管理	149
7.2 危险品物流事故的应急准备	153
7.2.1 危险品物流事故的应急管理机构	153
7.2.2 危险品物流事故的应急救援计划	155
7.3 危险品物流事故的应急响应	157
7.3.1 危险品物流事故应急响应流程	157

7.3.2 危险品物流事故的分级响应	160
7.3.3 危险品物流事故的协同响应	162
7.3.4 基于信息技术的危险品物流事故应急响应机制	164
8 区域协同的危险品运输事故应急管理.....	166
8.1 区域协同应急管理概述	166
8.2 区域协同的危险品运输事故应急管理体系	167
8.2.1 区域协同的危险品运输事故应急管理体系整体架构	167
8.2.2 区域协同的危险品运输事故应急管理制度体系	169
8.3 区域协同的危险品运输事故应急信息和应急资源管理	171
8.3.1 区域协同的危险品运输事故应急信息管理	171
8.3.2 区域协同的危险品运输事故应急资源管理	175
8.4 区域协同的危险品运输事故应急响应流程和救援机制	177
8.4.1 区域协同的危险品运输事故应急响应流程	177
8.4.2 区域协同的危险品运输事故应急救援机制	179
参考文献	184

1 绪 论

1.1 研究危险品物流管理的背景和意义

危险品首先是一种商品、一种货物。根据《危险货物分类和品名编号》(GB 6944—1986)的定义,凡具有爆炸、易燃、毒害、腐蚀、放射性等性质,在运输、装卸和储存保管过程中容易造成人身伤亡和财产损毁而需要特别防护的货物均属危险货物^[1]。界定危险品的其他相关标准还有《危险货物命名原则》(GB 7694—1987)和《国际海运危险货物规则》等。

实际上,对于危险品,不同国家、不同行业有不同的规定和表述。在航空运输中,危险品是指在航空运输过程由于气压和温度变化、振动、空间限制等可能对飞机、生命、货物造成伤害的货物;而在海上运输,对危险货物的认定就比较灵活,需根据国别和具体情况来确定,往往需要货主具备一定的鉴别能力或相关知识^[2]。当今的科学技术飞速发展,新产品不断出现,新的危险货物会不断产生。因此,对于危险品的界定,要在具体情况下考虑。总之,危险品是指具有易爆、易燃、毒性、腐蚀性和放射性的化学品以及以它们作为原料所制成的各种产品,这些产品在国民经济中起着重要的作用^[3]。

危险品物流是一种生成于化工产业的物流形态,在“物流”概念出现之前,它以“化学品运输”、“化学品仓储”、“有毒物品运输与仓储”、“易燃易爆物品的仓储运输”等概念来表述。随着物流概念的出现,除了基础的危险品运输与仓储功能之外,危险品的生产、采购、加工、配送和销售等其他物流过程也引起了广泛关注。危险品由于其内在性质的特殊性,作为一种特殊的商品,一旦偏离正常的物流过程,就会造成相当大的经济损失、环境危害和负面的社会影响。与一般物流管理侧重于效率和效益不同,危险品物流管理首先要解决的是安全问题,其次才是经济效益问题。

随着化工产业在我国的迅速发展,随之而来的危险品物流产业也出现了迅猛增长的势头,与此同时,危险品物流事故发生的次数和频率也有所增长,已造成

严重的经济损失、人身伤亡以及不良的社会影响。根据对我国 2005 年发生的危险化学品事故统计,在危险品物流的所有环节中,危险品事故发生最多的环节为运输环节,在运输过程中引发的事故次数占总事故次数的 34%,生产环节占 23.8%,储存、使用、销售、废弃处置等环节分别占总事故次数的 19.7%、15%、4.8%、2.7%^[4]。在这些引发事故的不同环节中,生产环节导致死亡人数最多,占总死亡人数的 43.2%,其次是运输环节,占 33.2%,再次是储存环节,占 17.9%,这三个环节造成的死亡人数占总死亡人数的 94.3%;而在危险化学品销售、使用、废弃处置这三个环节中,事故死亡人数仅占总人数的 5.7%^[4]。国外的研究也表明,在危险品事故中,由于交通运输引起的事故的比例相对较高,据统计,在危险品运输中引起的事故约占危险品总事故数的 41%^[5]。可见在整个危险品物流过程中运输和储存是事故多发环节,因此也是危险品物流管理的重点。

综观这些危险品物流事故,原因多种多样,有政府监控不力,有企业违规违法运营;有必然的因素,也有偶然的因素。危险品运输和储存过程的风险是客观存在的,如果政府相关部门及危险品运输和储存企业预先采取相应对策和措施,危险品运输和储存的风险可以降低甚至规避,危险品运输和储存风险转化为事故的情形可以预防;如果没有合理的对策和措施,或管理不到位,危险品运输和储存的风险就会转化为事故。通过合理选择危险品运输路径和危险品物流作业的时间可以达到风险规避或风险降低的目的,通过风险管理手段可以有效降低危险品运输和储存风险转化为事故的概率。

尽管事前采取设计和选择合理的危险品运输网络和路径等相关安全管理措施有利于降低危险品运输事故发生的可能性,但无论如何都不可能杜绝危险品运输事故的发生,因此,事故发生后如何有效地进行应急救援,构建应急反应网络是使事故造成的生命和财产损失最小的有效途径和手段。统计表明:有效的应急反应系统可将事故损失降低到无应急反应系统的 6%^[6]。因此,危险品物流的事故应急管理也是危险品物流管理的一项重要内容。

由于危险品管理中行政手段和技术手段的滞后,使得我国危险品事故频繁发生,尤其是一些重特大事故的发生,不仅造成巨大的经济损失,也带来了环境污染和极为不利的社会影响。更为严重的是,它给作为行政监控主体的政府带来了被动影响极易在人民群众中产生恐慌心理,而政府如果在此时不能采取有效的控制措施,会导致政府陷入严重的信任危机。因此,危险品物流事前的安全管理、风险管理和事后事故应急管理具有重要的理论和实际意义。

1.2 危险品物流管理的研究现状

由于危险品物流事故大多发生在运输和储存环节,而储存环节的危险品管理问题属于危险源管理研究范畴,因此,国内外关于危险品物流管理的研究主要集中在危险品运输管理方面,下面从危险品运输风险的评估和度量、危险品运输路径优化、危险品运输事故应急反应网络优化设计和危险品物流管理措施四个方面进行综述。

1. 危险品运输风险的评估和度量研究现状

危险品运输风险分析主要是在对危险品发生事故率和事故影响后果分析的基础上,建立相应的风险度量模型来估算危险品运输风险。Saccomanno 等^[7]以加拿大的危险品运输事故数据为基础,研究了不同时间、天气状况和道路类型对事故率的影响,认为道路类型是导致事故率差异的主要原因。Glickman^[8]在泄漏事故中将各种变量分为车辆类型、装载形式和路况的情况下,对危险品运输风险问题进行了详细分析。Briscoe 等^[9]提出了以下运输风险分析的一般性框架:①确定不希望事件的概率;②确定影响人数和财产损失水平;③评估事故后果严重程度。Ertugrul 等^[10]对事故后果做了研究,考虑到事故后果的一些影响因素,将事故后果分为个人风险和社会风险。影响事故后果的因素包括气象条件和风向因素,考虑到以上两个影响因素的情况下,建立了三重积分式数学评估模型计算个人风险与社会风险。该模型较复杂,没有给出具体的算法,在气象条件和风向因素比较难准确预测的情况下,评估的结果的实用性受到影响。类似地,Bonvicini 等^[11]也对事故后果的个人风险和社会风险做研究,应用模糊数学法评估不确定性风险影响因素,给出事故后果的评价模型,没有 Ertugrul 的模型精确,但是考虑的影响因素比较全面。Philippe^[12]将风险影响因素分为人口密度、交通情况、危险品的特性、天气情况、地面路况和道路的布局,定量分析了各种可能出现的情况和结果,通过统计分析建立了路段事故率和死亡人数(F/N)曲线,以此曲线作为风险判断的依据。Fabiano 等^[5]的风险影响因素包括道路固有特征、天气条件和交通状况,提出了面向事故现场的风险评价与决策体系,事故率的计算是根据以上影响因素对事故现场的统计得出,事故后果主要是以总死亡人数决定。

在风险度量模型的研究上,美国交通管理局早在 1980 年就提出了传统风险模型^[13]:即危险品运输中的风险=事故率×事故产生的后果。此模型主要的思

想为对未来风险的一种期望值,目前最为常用。Saccomanno 等^[7]在研究不同时间和天气条件下卡车事故率的差异时,提出用事故率来度量危险品运输风险。鉴于传统风险模型具有一定的限制,如不能反映出路径两侧人口的分布情况,Revelle 等^[14]提出了可能的暴露人口数来度量危险品运输过程中的风险。Abkowitz 等^[15]则从公众对事故感知的角度提出了反映感知风险的度量模型。Sivakumar 等^[16]利用每一次事故可能产生的平均风险或后果作为在危险品运输过程中给定路径的风险。Erkut 等^[17]针对危险品运输事故的低概率、高危害的特征,提出了三个基于大灾害规避的风险度量模型,即用运输路径的最大暴露人口数、最小期望损失方差和最小期望效用来度量运输风险。

我国对危险品运输风险分析的研究是在 20 世纪 90 年代中后期才逐渐出现,最早的是 1995 年毕军等^[18]在研究有害废物运输风险时,提出基元路段的概念,建立运输风险的计算模型,并对沈阳市有害废物运输的环境风险进行分析。任红娟等^[19]采用故障树分析法计算事故概率。魏国等^[20]和吴宗之等^[21]先后对非爆炸品类危险化学品事故和公路运输事故进行了统计分析。魏航等^[22]和郭晓林等^[23]先后给出了危险化学品运输风险的度量模型,并进行了数值分析。李路等^[24]和徐泽敏^[25]分别探讨了公路和水路危险品运输风险分析的研究框架。

目前的危险品运输风险研究中,在事故率及事故影响后果的运输风险评估中很少考虑时间的影响因素。但实际上运输风险依赖于运输路径和运输时间,因而将运输时间作为分析危险化学品运输风险问题的一个参数更接近现实,更具指导意义。

2. 危险品运输路径优化研究现状

危险品运输路径优化研究主要是在对路径优化标准的选择和分析上,其中常用的标准有以下几种:①人员风险标准,包括影响人数、个人风险、社会风险、感知风险、条件风险等;②道路特征标准,包括路线长度、运输时间、道路事故率等;③环境风险标准;④成本标准,包括运输成本、财产损失等;⑤其他,包括事故应急能力、人员疏散能力、交通阻塞风险等。

Shorys^[26]早在 1981 年就开展了危险品运输的多目标路径选择问题的研究,以最小化吨运输距离和最小化吨影响人数为路径选择标准。Current 等^[27]提出了一个双目标的模型,它考虑了影响的人口数以及最小化路径的长度,最小化路径所包括的人口数量和最短路径产生了一条连接于预先确定的 O-D 组合权衡交换的曲线。Erkut^[17, 28, 29]等选择最短运输距离、最少影响人数、最小社会风险、最小美国交通部风险指标值、最小事故概率和最小事件概率等六个指标,对危险品运输最优路径问题进行了系统分析,并比较分析各个标准选出“最优路径”的相

似相异性。Frank 等^[30]通过采用人员标准以及运输效率方面的路径选择标准,研究危险品运输路径选择中人员风险与运输效率冲突问题,并总结出采用约束最短路经算法来计算最佳路线以减轻以上冲突。Leonelli 等^[31]以运输成本和运输风险(个人风险、社会风险)为路径优化标准,将基于运输风险和运输成本的路径优化问题转化为“最小费用流”问题,依据图论—网络理论进行选线优化,以个人风险与社会风险为路段运输风险的最大限值来决定通行路径的最大危险品运输车辆数。Jimmy^[32]提出了危险品运输路径选择的五个目标,即运输时间、距离、人口风险、环境风险、危险品的固有风险,通过不同组合下决策的优劣对比,给出了危险品运输路径选择的决策建议。Zografos 等^[33]以最小化运输风险和最低运输成本为路径优化标准,考虑了在时间参数影响下建立了双目标的混合整数规划的路径优化模型,运用启发算法对该模型求解,认为启发式的动态规划算法是今后危险品运输优化选线的主要研究方向。Chang 等^[34]对在随机条件的有害物品运输的路径选择问题进行了研究,给出了进行比较的原则以及利用个人偏好获得运输路径的方法。Chen 等^[35]在研究核物质运输时提出了基于以下规则的有害物品的路径模型:①最小化运输风险;②最小化运输时间;③最小化人口覆盖率。同时,将该模型实体化为 GIS 软件,有效解决了核物质运输决策问题。Erkut 等^[36]从政府和运输商的角度利用双层规划设计了既考虑运输风险又考虑运输成本的路径选择模型,使得危险品运输过程中达到风险和成本的平衡。Konstantinos 等^[37]研究了存在多种车辆及多种危险品运输的情况下有时间窗的危险品运输网络,建立了同时考虑危险品运输风险和成本最小化的双目标风险评估模型,并运用线性加权法将多目标转换成单目标求解。国内对危险品运输路径选择的研究相对较少,还处于起步阶段。李继兵等^[38]在扩散模型的基础上,研究了使风险最小的路线选择方法。任常兴等^[39]在最小化事故概率和最小化暴露人口的目标下,给出了选择运输路线的方法。师立晨等^[40]则在考虑经济与安全等五项指标的基础上,给出了危险品运输路径选择的多目标规划模型。魏航等^[41,42]针对影响人员风险随时间变化的条件下进行了如下两方面的研究。①时间优化:分析特定路线不同时间段的人口风险,研究了给定路段中使人口风险最小的车辆出发时间;②路线优化:以运输成本和运输风险双目标为路径选择标准,在时间网络条件下,考虑有到达时间限制和允许在运输网络中等待的情况,给出了危险品运输过程中的路径选择的模型。

3. 危险品运输事故应急反应网络优化设计研究现状

当危险品发生事故时,如何有效地响应事故的应急救援措施是降低危险品事

故危害的关键因素,目前对这方面的研究主要是事前的应急救援服务站点的优化布局 and 事后应急救援措施的实行。Church 等^[43]以应急救援点的最大弧覆盖为标准,在危险品运输网络中应急救援服务站数量有限且各应急救援点覆盖半径相同的情况下,建立通过由设施选址模型演变而来的最大弧覆盖模型,并将其转化为一个混合整数规划模型。Berman 等^[44]对 Church 等给出的模型进行了改进,给出优化数学模型,克服了 Church 等的模型中变量较多、不易操作的缺点。Konstantinos 等^[37]建立了同时考虑平均工作时间、危险品路径的覆盖情况、疏散路径中整个系统绩效的优化应急反应网路模型。Wang 等^[45, 46]考虑到运输网络中各路段人口密度不同、应急服务站数量有限、各应急服务站的覆盖半径不同等因素,构建了能够尽可能多地覆盖到人口密度较高路段的应急服务站设置的优化数学模型,并通过一个仿真例子说明了模型的求解方法和实际效果,与不考虑人口密度因素时的方案进行了对比。

4. 危险品物流管理措施研究现状

欧洲(瑞典和荷兰)和南美(美国和加拿大)都建立了危险品运输的驾驶员培训系统,分析了危险品公路运输时防止事故发生的四个主要措施,即建立规章制度并服从这些规章制度、驾驶员培训、车辆和设施的维护以及交通工程的维护(包括运输危险品的路径网络的设计等),其中驾驶员的培训是避免事故发生的最主要的预防措施^[47]。一些国家还从分类、建立档案、打包、提供适宜运输环境等不同角度提出危险品运输的具体操作流程^[48]。法国研究出一种在危险品运输过程中训练消防队员和制造商的危险模拟工具(OSIRIS),这种软件可使管理者很快获得关于事故影响区域的信息、提供明智的辅助决策以及实现有效干预的反应时间和手段^[49]。Li 等^[50]和 Saccomanno 等^[51]都研究了危险品运输工具通过隧洞时的风险及风险控制问题,提出了必须建立隧道事故安全管理方案,讨论了以法规约束危险品运输的意义和重要性。国内对危险品物流管理方面的研究工作还刚刚起步,文献[2]和[3]对我国危险品物流安全管理的现状、存在的主要问题及原因进行了分析,提出了相关管理对策。文献[52]提出了危险品安全与应急管理的整体思路。

综观国内外关于危险品物流的研究,不难发现,当前研究大部分是基于一个理想的状态,而忽视了危险品物流的客观现实性,主要存在以下几个方面的问题。

(1) 危险品的类型是多种多样的,如易燃、易爆、有毒物品等,运输方式也是多样的,如水路、铁路、公路等,因此,在既定的危险品运输网络中常常是多

种类型危险品运输并存、多种运输方式并存。在当前的研究中更多的是研究在某种特定运输方式下的单一类型的危险品运输网络，而很少涉及多类型危险品运输、多种运输方式并存的情形。多数是研究单起点—单终点和单品种的运输风险问题，涉及多起点—多终点和多品种的运输风险分析的研究不多，但在实际的工作中危险化学品运输经常碰到这类问题。

(2) 对于不同的区域，道路两侧的人口分布不尽相同，即使是同一条道路，由于道路本身的固有属性在不同的路段有所不同，再加上道路两侧人口分布的不均匀，人口风险通常会呈现很大的差异性，因此危险品运输风险在道路上分布不一定是均匀的；但是在目前的大部分研究中，通常假设危险品运输的风险在同一条道路上是均匀分布的，而忽略了路况本身的差异。在事故率及事故影响后果的运输风险评价中很少考虑时间的影响因素，但实际上运输风险依赖于运输路径，运输时间又与运输路径相关。因而将时间作为分析危险化学品运输风险问题的一个参数更接近现实，更具指导意义。

(3) 应急资源并不总是充足的。作为应急救援的主体的应急反应专家掌握着丰富的危险品运输应急反应知识和经验，但数量通常是有限的，因此，应急反应专家是一种十分宝贵的应急资源，在任何情况下都应该合理使用这种资源。当前的研究中，为了确保危险品运输的安全性，只重视应急资源的使用，而忽略了在保障危险品运输安全的前提下如何节约应急资源。在应急反应网络的构建中，都是考虑最大的覆盖面积，没有针对特殊的地区（比如事故高发区）应急反应方案。针对危险品发生重特大事故的应急救援，反应时间是衡量事故危害程度的关键因素，救援越及时对事故损失的挽救越有效，在应急救援站的布局中应兼顾到易发生重特大事故等的特殊地区。

(4) 在应急救援时仅仅考虑单个行政区域内不同部门之间的协同应急反应，没有考虑到不同行政区域之间的协同应急管理。在现实中，实施的危险品事故应急救援往往都是需要多个地区多个部门的协同完成的，因此有效的横向协同机制与纵向协同机制同等重要，对应急工作的有效开展起到至关重要的作用。

(5) 大部分研究都是通过选择运输路径以降低风险的角度研究危险品物流的安全运输问题，如何从预防的角度对危险品物流各个环节进行安全管理方面的研究较少。

1.3 本书研究思路和框架

从宏观层面上看，危险品物流的主管部门和运营企业更关注的是如何通过采

取预防性措施实现危险品物流的安全管理、如何规避和控制危险品物流的风险、危险品物流事故发生后如何使损失降低到最小。因此,系统地构建预防危险品物流事故发生的安全管理体系、控制危险品物流风险的风险管理体系和具有区域协同能力的危险品物流事故发生后的应急管理体系,可以为政府相关部门的决策咨询提供理论依据,为危险品物流企业的运营提供指导,为危险品物流产业的健康发展奠定基础,为社会稳定提供保障。

危险品物流过程的风险是客观存在的,如果政府相关部门和危险品物流企业预先采取相应对策和措施,危险品物流风险转化为事故的情形可以预防;如果没有合理的对策和措施,或管理不到位,危险品物流的风险就会转化为事故。危险品物流的风险是可以规避和控制的,通过合理选择危险品运输路径和危险品物流作业的时间可以达到风险规避或风险降低的目的,通过风险管理手段可以有效降低危险品物流风险转化为事故的概率。另外,由于意外因素的存在,危险品物流的风险转化为事故的小概率事件仍可能发生,由于危险品物流具有流动性,事故发生地通常是不固定和无法提前预测的,因此需要在危险品物流网络中合理地设置应急救援站点;由于发生事故后经常需要跨区域、跨部门协调,所以需要通过构建具有区域协同能力的应急管理响应机制来实现危险品物流事故的应急处置。

因此,本书以区域范围内的危险品物流全过程为研究对象,以危险品物流事故的事前安全管理和事后应急管理为研究边界,研究基于预防性方法的危险品物流安全管理、基于风险分析的危险品物流安全管理、危险品物流事故应急反应网络设计和危险品物流事故应急管理等,从政府相关管理部门和危险品物流企业两个层面提出相应的策略和措施,整体框架如图 1-1 所示。

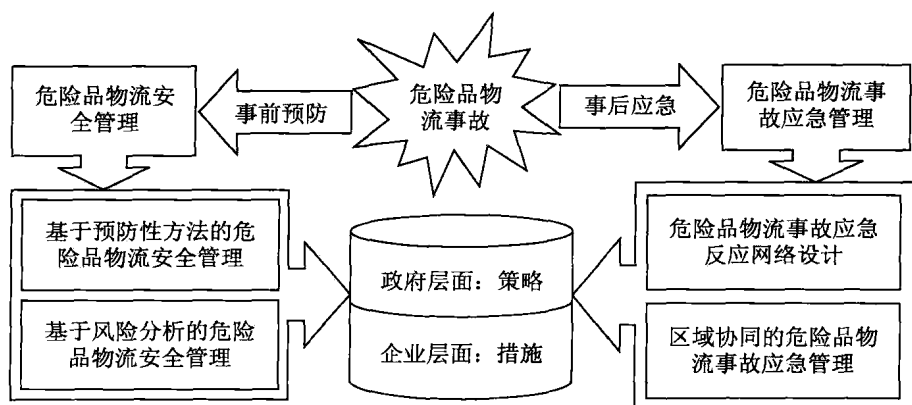


图 1-1 危险品物流安全与事故应急管理的研究框架

根据上面的研究思路和研究框架,在本书的第2章中,把原来分别应用于食品和化工行业各类工艺工程的危害分析与关键控制点(Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP)方法和危险与可操作性(Hazard and Operability, HAZOP)分析方法应用到危险品物流管理中,提出了基于预防性方法的危险品物流安全管理思想。本书第3章是危险品物流风险管理,研究了危险品物流风险的识别、分析、评估和控制等问题。第4、第5两章主要研究危险品运输安全管理问题,第4章研究基于风险控制的危险品运输时间和路径选择问题;第5章研究基于风险和成本控制的危险品运输网络优化设计问题。第6章研究危险品运输事故发生后如何实施快速救援的应急反应网络优化设计问题,提出了区域内危险品运输网络中合理设计应急救援站点的方法。第7章研究危险品物流事故发生后应急管理的一般流程,包括事故预防、事故应急准备和事故应急响应等。考虑到危险品运输过程的流动性,发生危险品运输事故后往往需要区域协同,因此,本书第8章研究基于区域协同的危险品运输事故应急管理。

本书各章内容之间的逻辑关系如图1-2所示。

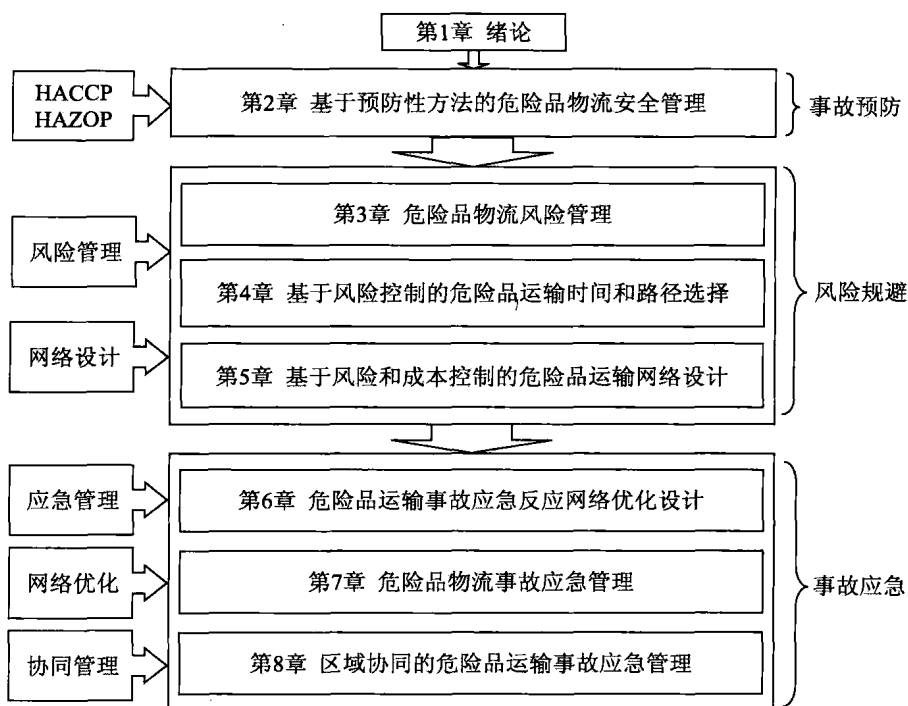


图 1-2 本书各章内容之间的逻辑关系